

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2002-075876**  
 (43)Date of publication of application : **15.03.2002**

(51)Int.Cl. **H01L 21/205**  
**C23C 16/48**  
**H01L 21/285**

(21)Application number :	<b>2000-260356</b>	(71) Applicant :	<b>MIYAZAKI OKI ELECTRIC CO LTD            MIYAZAKI MACHINE DESIGN:            KK            OKI ELECTRIC IND CO LTD</b>
(22)Date of filing :	<b>30.08.2000</b>	(72)Inventor :	<b>MOTOYAMA RIICHI            MOTOKAWA YOSUKE            SAIKAWA KIYOHIKO            YOKOYAMA TETSUO            MIYANO JUNICHI            ICHIKI YUTAKA</b>

## **(54) CVD SEMICONDUCTOR-MANUFACTURING DEVICE USING VACUUM ULTRAVIOLET RAYS**

### **(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a CVD semiconductor-manufacturing device using vacuum ultraviolet rays for improving the mass productivity and quality of a semiconductor device by increasing the generation rate of film formation and improving film quality.

**SOLUTION:** When a film-forming raw material is irradiated with vacuum ultraviolet rays in a CVD semiconductor-manufacturing device using vacuum ultraviolet rays, the raw material is photolyzed, and neutral radicals, positive ions and, electrons are generated. When a negative bias is applied to a substrate 2, the positive ions are forcibly attracted by electrostatic attraction force and are attracted to the substrate 2 to form a film. Since a neutral radical is not charged, the film is formed on the substrate 2 regardless of the negative bias, thus achieving double generation rate, in experimental values, in comparison with a conventional non-bias system.

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## **DETAILED DESCRIPTION**

#### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the generation rate of membrane formation and the improvement in membranous in an optical CVD semiconductor manufacturing device, especially the semiconductor manufacturing device which used vacuum ultraviolet light.

[0002]

[Description of the Prior Art] conventionally, as art of such a field, there were some which are indicated by JP,07-300678,A "optical-pumping CVD system and CVD method", for example.

[0003]The semiconductor manufacturing device using this conventional vacuum ultraviolet light, Excimer lamps ( $Xe_2$  discharge tube etc.) are used for a vacuum-ultraviolet-light generator, a reaction chamber has the vacuum-ultraviolet-light transmitting glass which is a vacuum and served as vacuous maintenance and the penetration of ultraviolet radiation between the reaction chamber and the excimer lamp, and he was trying for bias electric to the substrate which forms membranes to form membranes, without being impressed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional optical-pumping CVD semiconductor manufacturing device, the generation rate of membrane formation was late, and moreover, since membranous quality was bad, there was a problem in the mass production nature and quality of a semiconductor device.

[0005]An object of this invention is to provide the CVD semiconductor manufacturing device using the vacuum ultraviolet light which can aim at the mass production nature of a semiconductor device, and improvement in quality by removing the above-mentioned problem and moreover the generation rate of membrane formation raising membranous quality quickly.

[0006]

[Means for Solving the Problem] This invention is to achieve the above objects, [1] While holding vacuum-ultraviolet-light transmitting glass of a susceptor which lays a substrate, a vacuum-ultraviolet-light generator which irradiates said substrate with vacuum ultraviolet light, and this vacuum-ultraviolet-light generator in a CVD semiconductor manufacturing device using vacuum ultraviolet light, It has a chamber as a vacuous reaction chamber, and a power supply which makes negative bias impress to said substrate is provided.

[0007][2]Above[1]In a CVD semiconductor manufacturing device using vacuum ultraviolet light of a statement, it is characterized by said power supply being a DC-bias power supply.

[0008][3]Above[2]In a CVD semiconductor manufacturing device using vacuum ultraviolet light of a statement, an abnormal-conditions power supply is provided in said DC-bias power supply in series.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail.

[0010] Drawing 1 is a mimetic diagram of the CVD semiconductor manufacturing device using the vacuum ultraviolet light which shows the 1st example of this invention.

[0011]The substrate with which 1 is laid in a susceptor and 2 is laid on that susceptor 1 in this figure (example: silicon wafer), The main chamber as a vacuous reaction chamber and 4 3 A vacuum-ultraviolet-light generator, The vacuum-ultraviolet-light transmitting glass with which 5 served as vacuous maintenance and the penetration of ultraviolet radiation between the reaction chamber 3 and the excimer lamp (example: synthetic quartz glass), A DC-bias power supply and 10 are grounds, and the vacuum pressure adjustment machine which the feed port which introduces material gas (material gas and addition gas) 6, and 7 are provided in an exhaust port, and is formed in the exhaust port 7 8, and 9 are grounded while the plus side of the DC-bias power supply 9 is connected to the main chamber 3. He is trying to, connect the susceptor 1 and a semiconductor substrate to the minus side of the DC-bias power supply 9 on the other hand. 11 is vacuum ultraviolet light.

[0012]Hereafter, each part is explained in detail.

[0013] Via the vacuum pressure adjustment machine 8, it is connected to an evacuation pump (with no graphic display), and reaction pressure is changed into the main chamber (example: SUS material) 3 in the range of 10mTorr - 10Torr.

[0014]The conductive susceptor 1 (example: SiC material) which carries the substrate 2 (example: 4-12 inches of silicon wafers) is in the main chamber 3, The parameter of temperature (example: -20-200 \*\*), the distance (example: 1-50 mm) from a glass surface, and number of rotations (example: 0-20 rpm) can be freely controlled now. It may be made to carry an insulator layer (example: synthetic quartz material, 1-1000 micrometers of thickness) on the susceptor 1. In this case, it is better to limit to the part which touches the substrate 2 directly, when using the construction material (example: polyimide material) which carries out a photolysis using the construction material which does not carry out a photolysis, since the vacuum ultraviolet light 11 shines upon the surroundings of the substrate 2 directly.

[0015]It is the vacuum-ultraviolet-light generator 4 as an energy source which carries out the photolysis of the raw material of membrane formation on the main chamber 3. The example of [: There are  $\text{Xe}_2$

excimer lamp ( $10 - 50 \text{ mW/cm}^2$ ) and] with the desirable one as much as possible where an output is larger, and there is the vacuum-ultraviolet-light transmitting glass 5 (example: synthetic quartz glass and 10-30 mm in thickness) which separates the atmosphere and a vacuum between them.

[0016]material gas -- { [Material gas (example: TEOS) [tetraethoxy orthosilicate: Si(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>] And addition gas (example: O<sub>2</sub>)} is controllable in a flow (example: 1 - 500sccm) at mass flow (with no graphic display) etc. The minus side of the DC-bias power supply 9 is connected to the substrate 2 and the susceptor 1, the plus side is connected to main chamber 3 grade, and the voltage of 10-1500V can be impressed now.

[0017]A metallic net (example: an aluminum material, 1-10 mm of slits) (with no graphic display) etc. may be formed between the susceptor 1 and the vacuum-ultraviolet-light transmitting glass 5, and the

plus side may be connected to this. The surface of this metallic net may be coated with an insulator layer (example: silica material, 1-1000 micrometers of thickness). Since it is only giving potential, output power is enough if there is 50W. Since bias is supplied from the current introducing terminal of a main chamber wall, it is necessary to notice it about the glow discharge between terminals. When there is no insulating coating, it is necessary to detach not less than at least 20 mm between terminals.

[0018]According to this 1st example, since the susceptor 1 of the main chamber 3 enabled it to control freely the parameter of the distance and the number of rotations from the temperature and the glass surface of the substrate 2, it can perform homogeneous improvement in thickness easily.

[0019]Since the excimer lamp of the vacuum-ultraviolet-light generator 4 is efficient and emits light in the Takamitsu child energy with short wavelength, it carries out the photolysis of the raw material of membrane formation easily, and enables efficient membrane formation to illumination.

[0020]If minus bias is impressed to the substrate 2 and the susceptor 1, the raw material of membrane formation of a positive ion by which it was generated in the photolysis can draw near to the substrate 2 and the susceptor 1, and will be formed by electrostatic attraction on the substrate 2 surface.

Simultaneously, since the raw material of membrane formation of neutral radicals is also formed, a twice as many generation rate as this is obtained with an experimental value.

[0021]The plus bias (positive bias) to a TEOS pressure is the same as no bias (zero bias), and only when minus bias (negative bias) is used, its generation rate improves. This effect is as remarkable as low pressure. In this example, TEOS is made into material gas and the polymer membrane which contained silica membrane and silica on the substrate 2 is formed.

[0022]Drawing 2 is a mimetic diagram of the CVD semiconductor manufacturing device using the vacuum ultraviolet light which shows the 2nd example of this invention. The same numerals are given to the same portion as the portion of the 1st example.

[0023]In this example, the abnormal-conditions power supply 21 (example: Hz [ 0.1 ] - MHz [ 20 ], 10-3000V) is added to the plus side of the DC-bias power supply 9 of the 1st example. Although the abnormal-conditions power supply 21 is added to the plus side of the DC-bias power supply 9, it may be made to add an abnormal-conditions power supply to the minus side of the DC-bias power supply 9 in this figure.

[0024]First, via the vacuum pressure adjustment machine 8, it is connected to an evacuation pump (with no graphic display), and reaction pressure is changed into the main chamber (example: SUS material) 3 in the range of 10mTorr - 10Torr.

[0025]The conductive susceptor (example: SiC material) 1 which carries the substrate (example: a silicon wafer, 4-12 inches) 2 is in the main chamber 3, The parameter of temperature (example: -20-200 \*\*), the distance (example: 1-50 mm) from a glass surface, and number of rotations (example: 0-20 rpm) can be freely controlled now. On the susceptor 1, an insulator layer (with no graphic display) (example: synthetic quartz material, 1-1000 micrometers of thickness) may be carried. In this case, it is better to stop in the part referring to the substrate 2 in the case of the construction material which does not carry out a photolysis, and the construction material (example: polyimide material) which carries out a photolysis, since the vacuum ultraviolet light 11 shines upon the surroundings of the substrate 2 directly.

[0026]It is a vacuum-ultraviolet-light generator (example: Xe<sub>2</sub>-excimer-lamp-10---50-mW/cm<sup>2</sup>, and) as an energy source which carries out the photolysis of the material gas of membrane formation on the main chamber 3. There is 4 with the desirable one as much as possible where an output is larger, and there is the vacuum-ultraviolet-light transmitting glass (example: synthetic quartz glass and 10-30 mm in

thickness) 5 which separates the atmosphere and a vacuum between them. Film formation material gas (example: TEOS) and addition gas (example: O<sub>2</sub>) are controllable in a flow (example: 1 - 500sccm) at mass flow (with no graphic display) etc.

[0027]The minus side of the DC-bias power supply 9 is connected to the substrate 2 and the susceptor 1, the plus side is connected to main chamber 3 grade, and the voltage of 10-1500V can be impressed now. A metallic net (example: an aluminum material, 1-10 mm of slits) etc. may be formed between the susceptor 1 and the vacuum-ultraviolet-light transmitting glass 5, and the plus side may be connected to this. The surface of this metallic net may be coated with an insulator layer (example: silica material, 1-10 mm of thickness). Since it is only giving potential, the output of the DC-bias power supply 9 is enough if there is 50W.

[0028]The abnormal-conditions power supply 21 for shaking a positive ion and an electron is added to the plus [ of the DC-bias power supply 9 ], and minus side. The abnormal-conditions power supply 21 can impress the voltage of 10-3000V, and can output the sine wave, square wave, and pulse wave which are 0.1 Hz - 20 MHz. Of course, a duty ratio is also changeable. Since the abnormal-conditions power supply 21 gives dynamic potential, about 200W is required for output power. In this case, since bias is supplied from the current introducing terminal of a main chamber wall, the necessity of being cautious of the glow discharge between terminals needs to detach not less than at least 20 mm between terminals, when \*\* does not have insulating coating.

[0029]According to this 2nd example, since the susceptor 1 of the main chamber 3 enabled it to control freely the parameter of the distance and the number of rotations from the temperature and the glass surface of the substrate 2, it can make homogeneous improvement in thickness easy.

[0030]Since the excimer lamp of the vacuum-ultraviolet-light generator 4 is efficient and generates the Takamitsu child energy in short wavelength, it carries out the photolysis of the raw material of membrane formation easily, and enables efficient membrane formation to illumination.

[0031]If minus bias and the bias for the abnormal conditions to a DC bias are impressed to the substrate 2 and the susceptor 1, the positive ion and electron of film formation material gas by which it was generated in the photolysis will be shaken with the changing potential (electric field). Since especially an electron is very light, in an instant, it is shaken, disassembles the raw material which has not been ionized yet by electron bombardment according to potential, and contributes it to generating of a positive ion and an electron, and neutral radicals. The electron by which it was generated is used for disassembly of a raw material again, and disassembly of a raw material follows it accelerative.

[0032]Similarly, a positive ion is also shaken and a raw material is disassembled by the ion bombardment accelerative. Since the minus bias of DC is impressed to the substrate if abnormal conditions are stopped after decomposition progresses, a substrate is adsorbed with electrostatic attraction and the positive ion which is a raw material of membrane formation contributes to improvement in a membrane formation rate greatly. Since a raw material is also disassembled into a small molecular weight, it contributes also to improvement in the membranous quality of membrane formation. He makes TEOS into material gas and is trying to form the polymer membrane which contained silica membrane and silica on the substrate in this example.

[0033]Drawing 3 is a figure showing the wafer bias effect over the TEOS pressure which shows the effect of this invention. In this figure, a horizontal axis is a TEOS partial pressure. [mTorr] A vertical axis is a generation rate. [\*\*/min] is shown and the negative bias rate which <> requires for a zero bias

rate and a \*\*\*\*\* rate, and \*\* requires for an invention is expressed.

[0034]In the case of the negative bias rate applied to this invention so that clearly from this figure, it turns out that the generation rate is quick notably.

[0035]This invention can have the following usage patterns further.

[0036]Although the above-mentioned example explains the optical CVD semiconductor manufacturing device using the vacuum ultraviolet light used for manufacture of a semiconductor device, . When TEOS is used as a raw material, there are not a plastic (what performed electric conduction processing to the case where the plastic itself has conductivity, and the plastic surface) and conductivity which gave a rustproof film, an antireflection film, and conductivity, such as metal. Membrane formation of the polymer which contained silica and silica in the usual plastics (example: epoxy poly KABONETO etc.) etc. is possible.

[0037]In the above-mentioned example, although TEOS is mentioned as a raw material, if it is organic system metal to gasify, it is applicable also to metaled membrane formation. Depending on a raw material and addition gas, membrane formation of a silicon nitride film is also possible.

[0038]It may be made to make bias impress only with abnormal-conditions power supplies (programmable power supply etc.), without using a DC-bias power supply.

[0039]Although the susceptor and the semiconductor substrate are connected to the minus side of a DC-bias power supply in this example, When it is connected only with a susceptor, it is good to repeat turning on and off (OFF time is about [ of ON time ] 1/10) periodically, and to make minus bias of a DC-bias power supply into no bias (ground connection state).

[0040]This invention is not limited to the above-mentioned example, and based on the meaning of this invention, various modification is possible for it and it does not eliminate these from the range of this invention.

[0041]

[Effect of the Invention]As mentioned above, according to this invention, the following effects can be done so as explained in detail.

[0042][A]Since the susceptor of the main chamber enabled it to control freely the parameter of the distance and the number of rotations from the temperature and the glass surface of a substrate, it can aim at homogeneous improvement in thickness.

[0043][B]Since the excimer lamp of a vacuum-ultraviolet-light generator is efficient and emits light in the Takamitsu child energy with short wavelength, it carries out the photolysis of the raw material of membrane formation easily, and enables efficient membrane formation to illumination.

[0044][C]If minus bias is impressed to a substrate and a susceptor, the raw material of membrane formation of a positive ion by which it was generated in the photolysis can draw near to a substrate and a susceptor, and will be formed by electrostatic attraction in a substrate face. Simultaneously, since the raw material of membrane formation of neutral radicals is also formed, a twice as many generation rate as this can be obtained with an experimental value.

[0045][D]If minus bias and the bias for the abnormal conditions to a DC bias are impressed to a substrate and a susceptor, the positive ion and electron of film formation material gas by which it was generated in the photolysis will be shaken with the changing potential (electric field). Since especially an electron is very light, it is shaken according to potential in an instant, disassembles the raw material which has not been ionized yet by electron bombardment, and contributes it to generating of a positive ion and an electron, and neutral radicals. The electron by which it was generated is used for disassembly

of a raw material again, and disassembly of a raw material follows it accelerative. Similarly, a positive ion is also shaken and a raw material is disassembled by the ion bombardment accelerative. Since the minus bias of DC is impressed to the substrate if abnormal conditions are stopped after decomposition progresses, a substrate is adsorbed with electrostatic attraction and the positive ion which is a raw material of membrane formation contributes to improvement in a membrane formation rate greatly. Since it is decomposed into a small molecular weight, a raw material is also contributed also to improvement in the membranous quality of membrane formation.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-75876

(P2002-75876A)

(43)公開日 平成14年3月15日(2002.3.15)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 01 L 21/205  
C 23 C 16/48  
H 01 L 21/285

識別記号

F I  
H 01 L 21/205  
C 23 C 16/48  
H 01 L 21/285

テマコード\*(参考)  
4 K 0 3 0  
4 M 1 0 4  
C 5 F 0 4 5

審査請求 有 請求項の数3 O.L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-260356(P2000-260356)

(22)出願日 平成12年8月30日(2000.8.30)

(71)出願人 390008855  
宮崎沖電気株式会社  
宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地

(71)出願人 500407189  
有限会社宮崎マシンデザイン  
宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地

(71)出願人 000000295  
沖電気工業株式会社  
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(74)代理人 100089635  
弁理士 清水 守 (外2名)

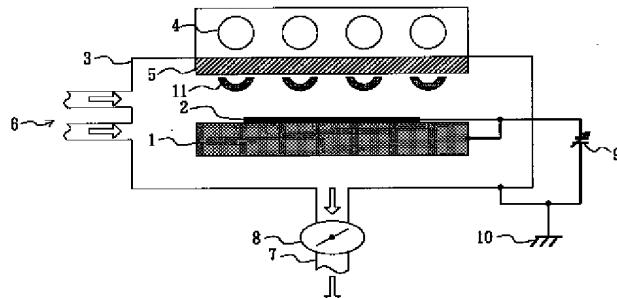
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置

(57)【要約】

【課題】 成膜の生成レートを速く、しかも膜質を向上させることにより、半導体装置の量産性及び品質の向上を図り得る真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置を提供する。

【解決手段】 真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置において、成膜の原料に真空紫外光11を照射すると、原料が光分解し、中性ラジカル・プラスイオン・電子が発生する。基板2にマイナスバイアスを印加させると静電引力により、プラスイオンが強制的に引き寄せられ、基板2上に吸着し、膜を生成する。中性ラジカルは電荷を帯びていないので、マイナスバイアスと無関係に基板2上に膜が生成されるため、従来の無バイアス方式と比較して、実験値で、2倍の生成レート向上を実現している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置において、(a)基板を載置するサセプタと、(b)前記基板に真空紫外光を照射する真空紫外光発生装置と、(c)該真空紫外光発生装置の真空紫外光透過ガラスを保持するとともに、真空の反応室としてのチャンバーとを備え、(d)前記基板に負バイアスを印加させる電源を具備することを特徴とする真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置。

【請求項2】 請求項1記載の真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置において、前記電源がDCバイアス電源であることを特徴とする真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置。

【請求項3】 請求項2記載の真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置において、前記DCバイアス電源に直列に変調電源を設けることを特徴とする真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光CVD半導体製造装置、特に真空紫外光を用いた半導体製造装置における、成膜の生成レート及び膜質向上に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、このような分野の技術としては、例えば、特開平07-300678号公報「光励起CVD装置及びCVD方法」に開示されるものがあった。

【0003】かかる従来の真空紫外光を用いた半導体製造装置は、真空紫外光発生装置にエキシマランプ(Xe<sub>2</sub>放電管等)を用い、反応室は真空で、反応室とエキシマランプの間に真空の維持と紫外光の透過を兼ねた真空紫外光透過ガラスがあり、成膜する基板に、電気的なバイアスは印加されずに成膜するようにしていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の光励起CVD半導体製造装置では、成膜の生成レートが遅く、しかも膜質が悪いので、半導体装置の量産性及び品質に問題があった。

【0005】本発明は、上記問題点を除去し、成膜の生成レートを速く、しかも膜質を向上させることにより、半導体装置の量産性及び品質の向上を図り得る真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、

(1) 真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置において、基板を載置するサセプタと、前記基板に真空紫外光を照射する真空紫外光発生装置と、この真空紫外光発生装置の真空紫外光透過ガラスを保持するとともに、真空

の反応室としてのチャンバーとを備え、前記基板に負バイアスを印加させる電源を具備することを特徴とする。

【0007】(2)上記(1)記載の真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置において、前記電源がDCバイアス電源であることを特徴とする。

【0008】(3)上記(2)記載の真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置において、前記DCバイアス電源に直列に変調電源を設けることを特徴とする。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0010】図1は本発明の第1実施例を示す真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置の模式図である。

【0011】この図において、1はサセプタ、2はそのサセプタ1上に載置される基板(例:シリコンウエハ)、3は真空の反応室としてのメインチャンバー、4は真空紫外光発生装置、5は反応室3とエキシマランプの間に真空の維持と紫外光の透過を兼ねた真空紫外光透過ガラス(例:合成石英ガラス)、6は材料ガス(原料ガス・添加ガス)を導入する導入口、7は排気口、8はその排気口7に設けられる真空圧力調整機、9はDCバイアス電源、10はアースであり、メインチャンバー3にはDCバイアス電源9のプラス側が接続されるとともに接地される。一方、DCバイアス電源9のマイナス側にサセプタ1及び半導体基板を接続するようにしている。11は真空紫外光である。

【0012】以下、各部を詳細に説明する。

【0013】メインチャンバー(例:SUS材)3は、真空圧力調整機8を介して、真空排気ポンプ(図示なし)に接続され、反応圧力を10mTorr~10Torrの範囲で変えられるようになっている。

【0014】メインチャンバー3の中には、基板2(例:シリコンウエハ4~12インチ)を載せる導電性のサセプタ1(例:SiC材)があり、温度(例:-20~200°C)、ガラス面からの距離(例:1~50mm)、回転数(例:0~20rpm)のパラメータを自由に制御できるようになっている。サセプタ1の上に、絶縁膜(例:合成石英材、膜厚1~1000μm)を載せるようにしても良い。この場合、基板2の回りに真空紫外光11が直接当たるので、光分解しない材質を使用するか、もしくは光分解する材質(例:ポリイミド材)を使用する場合、基板2に直接触れる個所にとどめた方が良い。

【0015】メインチャンバー3の上には、成膜の原料を光分解するエネルギー源として、真空紫外光発生装置4(例:Xe<sub>2</sub>エキシマランプ(10~50mW/cm<sup>2</sup>))、可能な限り出力が大きい方が望ましい)があり、その間に、大気と真空を分離する真空紫外光透過ガラス5(例:合成石英ガラス、厚み10~30mm)がある。

【0016】材料ガス〔〔原料ガス（例：TEOS〔テトラエトキシオルソシリケイト：Si(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>〕及び添加ガス（例：O<sub>2</sub>）〕は、マスフロー（図示なし）等で流量（例：1～500 sccm）を制御可能である。DCバイアス電源9のマイナス側は、基板2及びサセプタ1に、プラス側はメインチャンバー3等に接続され、10～1500Vの電圧を印加できるようになっている。

【0017】サセプタ1と真空紫外光透過ガラス5の間に金属網（例：アルミ材、スリット1～10mm）（図示なし）等を設け、これにプラス側を接続しても良い。この金属網の表面に、絶縁膜（例：シリカ材、膜厚1～1000μm）をコーティングしても良い。電位を与えるのみであるので、出力電力は、50Wもあれば十分である。バイアスは、メインチャンバー壁の電流導入端子から供給されるので、端子間のグロー放電に注意する必要がある。絶縁被膜が無い場合、端子間は少なくとも20mm以上離す必要がある。

【0018】この第1実施例によれば、メインチャンバー3のサセプタ1は、基板2の温度・ガラス面からの距離・回転数のパラメータを自由自在に制御できるようにしたので、膜厚の均一性の向上を容易に行うことができる。

【0019】真空紫外光発生装置4のエキシマランプは、短波長で高光子エネルギーを高効率で発光するので、成膜の原料を容易に光分解し、照度に対して高効率な成膜を可能にしている。

【0020】さらに、基板2及びサセプタ1にマイナスバイアスを印加すると、光分解で発生したプラスイオンの成膜の原料が静電引力によって基板2及びサセプタ1に引き寄せられ、基板2表面に成膜される。同時に、中性ラジカルの成膜の原料も成膜されるため、実験値で2倍の生成レートが得られる。

【0021】なお、TEOS圧力に対するプラスバイアス（正バイアス）は、無バイアス（ゼロバイアス）と同じであり、マイナスバイアス（負バイアス）にした場合のみ、生成レートが向上する。この効果は、低压ほど顕著である。本実施例では、TEOSを原料ガスとし、基板2上にシリカ膜及びシリカを含んだポリマー膜を成膜している。

【0022】図2は本発明の第2実施例を示す真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置の模式図である。なお、第1実施例の部分と同じ部分には同じ符号を付している。

【0023】この実施例では、第1実施例のDCバイアス電源9のプラス側に変調電源21（例：0.1Hz～20MHz、10～3000V）を付加するようにする。この図では、DCバイアス電源9のプラス側に変調電源21を付加しているが、DCバイアス電源9のマイナス側に変調電源を付加するようにしてもよい。

【0024】まず、メインチャンバー（例：SUS材）3は真空圧力調整機8を介して、真空排気ポンプ（図示なし）に接続され、反応圧力を10mTorr～10Torrの範囲で変えられるようになっている。

【0025】メインチャンバー3の中には、基板（例：シリコンウエハ、4～12インチ）2を載せる導電性のサセプタ（例：SiC材）1があり、温度（例：-20～200°C）、ガラス面からの距離（例：1～50mm）、回転数（例：0～20rpm）のパラメータを自由に制御できるようになっている。サセプタ1の上に、絶縁膜（図示なし）（例：合成石英材、膜厚1～1000μm）を載せても良い。この場合、基板2の回りに真空紫外光11が直接当たるので、光分解しない材質か、光分解する材質（例：ポリイミド材）の場合、基板2に直接触れる個所に止めた方が良い。

【0026】更に、メインチャンバー3の上には成膜の原料ガスを光分解するエネルギー源として真空紫外光発生装置（例：Xe<sub>2</sub>エキシマランプ10～50mW/cm<sup>2</sup>、可能な限り出力が大きい方が望ましい）4があり、その間に、大気と真空を分離する真空紫外光透過ガラス（例：合成石英ガラス、厚み10～30mm）5がある。成膜原料ガス（例：TEOS）及び添加ガス（例：O<sub>2</sub>）は、マスフロー（図示なし）等で流量（例：1～500 sccm）を制御可能である。

【0027】DCバイアス電源9のマイナス側は、基板2及びサセプタ1に、プラス側は、メインチャンバー3等に接続され、10～1500Vの電圧を印加できるようになっている。サセプタ1と真空紫外光透過ガラス5の間に金属網（例：アルミ材、スリット1～10mm）等を設け、これにプラス側を接続しても良い。この金属網の表面に、絶縁膜（例：シリカ材、膜厚1～10mm）をコーティングしても良い。DCバイアス電源9の出力は、電位を与えるのみであるので、50Wも有れば十分である。

【0028】DCバイアス電源9のプラス側がマイナス側に、プラスイオン及び電子を揺さぶるための変調電源21を付加する。変調電源21は10～3000Vの電圧が印加でき、0.1Hz～20MHzの正弦波・矩形波・パルス波を出力できる。勿論、デューティ比を変えることもできる。変調電源21は、動的電位を与えるので出力電力は200W程度が必要である。この場合、バイアスは、メインチャンバー壁の電流導入端子から供給されるので、端子間のグロー放電に注意する必要があるが、絶縁被膜がない場合、端子間は少なくとも20mm以上離す必要がある。

【0029】この第2実施例によれば、メインチャンバー3のサセプタ1は、基板2の温度・ガラス面からの距離・回転数のパラメータを自由自在に制御できるようにしたので、膜厚の均一性の向上を容易にすることができる。

【0030】真空紫外光発生装置4のエキシマランプは、短波長で高光子エネルギーを高効率で発生するので、成膜の原料を容易に光分解し、照度に対して高効率な成膜を可能にしている。

【0031】さらに、基板2及びサセプタ1にマイナスバイアスと、DCバイアスに変調のためのバイアスを印加すると、光分解で発生した成膜原料ガスのプラスイオン及び電子が、変化する電位（電界）によって揺さぶられる。特に、電子は極めて軽いので、瞬時に電位に応じて、揺さぶられ、まだイオン化していない原料を電子衝撃で分解し、プラスイオン及び電子、中性ラジカルの発生に寄与する。発生した電子は、また原料の分解に使われ、加速的に原料の分解が進む。

【0032】同様に、プラスイオンも揺さぶられ、イオン衝撃によって原料が加速的に分解される。分解が進んだ後、変調を止めると、基板にDCのマイナスバイアスが印加されているので、成膜の原料であるプラスイオンが静電引力により基板に吸着され、成膜レートの向上に大きく寄与する。原料も小さい分子量に分解されるので、成膜の膜質の向上にも寄与する。本実施例ではTEOSを原料ガスとし、基板上にシリカ膜及びシリカを含んだポリマー膜を成膜するようにしている。

【0033】図3は本発明の効果を示すTEOS圧力に対するウエハバイアス効果を示す図である。この図において、横軸はTEOS分圧[mTorr]、縦軸は生成レート[Å/min]を示しており、◆はゼロバイアスレート、▲は正バイアスレート、■は発明にかかる負バイアスレートを表している。

【0034】この図から明らかのように本発明にかかる負バイアスレートの場合、生成レートが顕著に速くなっていることがわかる。

【0035】本発明は、更に以下の利用形態を有することができる。

【0036】上記実施例では、半導体装置の製造に用いる真空紫外光を用いた光CVD半導体製造装置について説明しているが、原料としてTEOSを用いた場合、金属等の防錆膜・反射防止膜・導電性を持たせたプラスチック（プラスチックそのものが導電性を有する場合とプラスチック表面に導電処理を施したもの）・導電性のない、通常のプラスチック（例：エポキシ・ポリカボネット等）等にもシリカ及びシリカを含んだポリマーの成膜が可能である。

【0037】また、上記実施例では、原料としてTEOSを挙げているが、ガス化する有機系金属であれば金属の成膜にも応用できる。原料と添加ガスによっては、シリコン窒化膜の成膜も可能である。

【0038】更に、DCバイアス電源を使わずに、変調電源（プログラマブル電源等）のみでバイアスを印加させるようにしても良い。

【0039】本実施例では、DCバイアス電源のマイナス側にサセプタ及び半導体基板を接続しているが、サセプタのみに接続した場合は、DCバイアス電源のマイナスバイアスを定期的にオンオフ（オフ時間はオン時間の1/10程度）を繰り返して、無バイアス（アース接続状態）にすると良い。

【0040】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から除外するものではない。

#### 10 【0041】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏すことができる。

【0042】〔A〕メインチャンバーのサセプタは、基板の温度・ガラス面からの距離・回転数のパラメータを自由自在に制御できるようにしたので、膜厚の均一性の向上を図ることができる。

【0043】〔B〕真空紫外光発生装置のエキシマランプは、短波長で高光子エネルギーを高効率で発光するので、成膜の原料を容易に光分解し、照度に対して高効率な成膜を可能にしている。

【0044】〔C〕基板及びサセプタにマイナスバイアスを印加すると、光分解で発生したプラスイオンの成膜の原料が静電引力によって基板及びサセプタに引き寄せられ、基板表面に成膜される。同時に、中性ラジカルの成膜の原料も成膜されるため、実験値で2倍の生成レートを得ることができる。

【0045】〔D〕基板及びサセプタにマイナスバイアスと、DCバイアスに変調のためのバイアスを印加すると、光分解で発生した成膜原料ガスのプラスイオン及び電子が、変化する電位（電界）によって揺さぶられる。特に、電子は極めて軽いので、瞬時に電位に応じて揺さぶられ、まだイオン化していない原料を電子衝撃で分解し、プラスイオン及び電子、中性ラジカルの発生に寄与する。発生した電子は、また原料の分解に使われ、加速的に原料の分解が進む。同様に、プラスイオンも揺さぶられ、イオン衝撃によって原料が加速的に分解される。

分解が進んだ後、変調を止めると、基板にDCのマイナスバイアスが印加されているので、成膜の原料であるプラスイオンが静電引力により基板に吸着され、成膜レートの向上に大きく寄与する。原料も、小さい分子量に分解されるので、成膜の膜質の向上にも寄与する。

#### 30 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置の模式図である。

【図2】本発明の第2実施例を示す真空紫外光を用いたCVD半導体製造装置の模式図である。

【図3】本発明の効果を示すTEOS圧力に対するウエハバイアス効果を示す図である。

#### 【符号の説明】

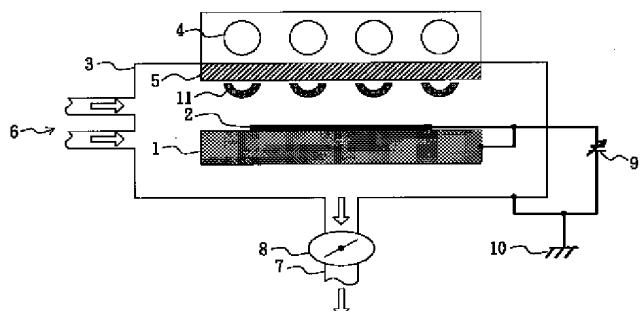
7

2 基板（例：シリコンウエハ）  
 3 真空の反応室としてのメインチャンバー（例、S  
 US材）  
 4 真空紫外光発生装置（例；Xe<sub>2</sub> エキシマラン  
 プ）  
 5 真空紫外光透過ガラス  
 6 原料ガス・添加ガスを導入する導入口

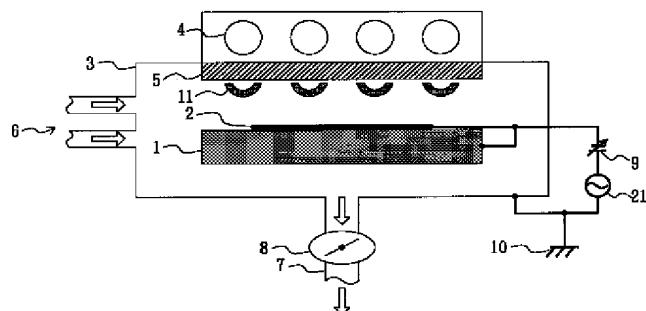
8

7 排気口  
 8 真空圧力調整機  
 9 DCバイアス電源  
 10 アース  
 11 真空紫外光  
 21 変調電源

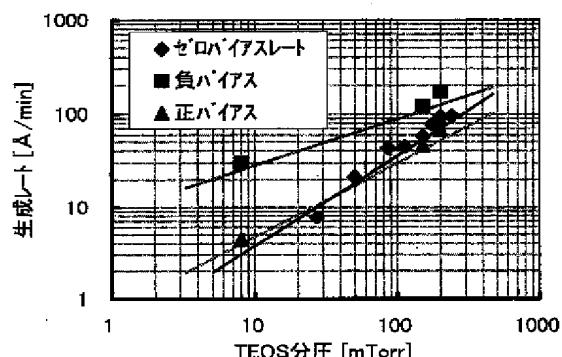
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 本山 理一

宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地 宮  
崎沖電気株式会社内

(72)発明者 本川 洋右

宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地 宮  
崎沖電気株式会社内

(72)発明者 歳川 清彦

宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地 宮  
崎沖電気株式会社内

(72)発明者 横山 哲郎

宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地 有  
限会社宮崎マシンデザイン内

(72)発明者 宮野 淳一

宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地 有  
限会社宮崎マシンデザイン内

(72)発明者 市木 豊

宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地 有  
限会社宮崎マシンデザイン内

F ターム(参考) 4K030 AA11 AA14 BA29 BA44 BB12

CA04 CA12 FA15

4M104 BB04 DD44 HH20

5F045 AA11 AC09 AE17 AE19 BB01

BB09 BB16 DP04 EC03 EH20

EK19